

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G01M 17/00 (2006.01)

G01M 7/06 (2006.01)

G01M 7/08 (2006.01)



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200480007534.1

[43] 公开日 2006 年 5 月 10 日

[11] 公开号 CN 1771433A

[22] 申请日 2004.3.26

[21] 申请号 200480007534.1

[30] 优先权

[32] 2003.3.28 [33] US [31] 60/458,275

[86] 国际申请 PCT/US2004/009158 2004.3.26

[87] 国际公布 WO2004/088270 英 2004.10.14

[85] 进入国家阶段日期 2005.9.20

[71] 申请人 MTS 系统公司

地址 美国明尼苏达州

[72] 发明人 拜伦·J·萨里

克雷格·L·坎贝尔

迈伦·F·米勒 保罗·J·莱斯卡

理查德·C·斯特兰德

理查德·E·比尔登

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限公司
代理人 陈瑞丰

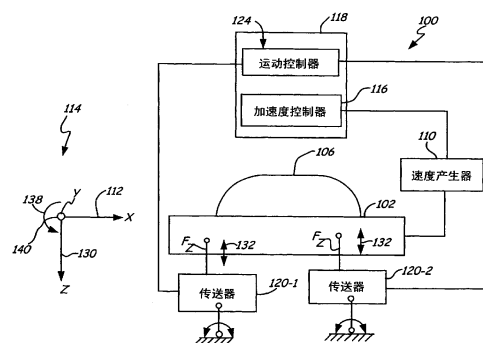
权利要求书 3 页 说明书 7 页 附图 11 页

[54] 发明名称

具有动态运动模拟的车辆碰撞模拟器

[57] 摘要

一种车辆碰撞模拟器(100)，采用多个传送器(120、180、200、210)以模拟碰撞事件的运动或力。所述车辆碰撞模拟器包括支撑待分析试验样品或车辆(106)的模拟平台(102)。沿碰撞加速轨迹将平台(102)加速，将力施加给该平台，以模拟碰撞脉冲或事件。力通过多个“装载于”或连接到模拟平台(102)上的传送器施加给模拟平台(102)，进行动态运动模拟。施加多轴力 F_x 、 F_y 、 F_z ，进行实际碰撞试验。



1. 一种车辆碰撞模拟器，包括：
模拟平台；
5 运动产生器，它具有平移地固定于模拟平台上的多个传动器；以及
运动控制器，用于操纵多个传动器，向模拟平台施加模拟碰撞运动或
力。
2. 如权利要求 1 所述的车辆碰撞模拟器，其中，还包括与所述运动控制
器相连的速度产生器，操纵速度产生器，以向模拟平台施加碰撞加速度。
- 10 3. 如权利要求 2 所述的车辆碰撞模拟器，其中，所述模拟平台装载于底
部滑板上，并且所述速度产生器与底部滑板相连，加速或移动底部滑板，
以向所述模拟平台施加碰撞加速度。
4. 如权利要求 3 所述的车辆碰撞模拟器，其中，所述多个传动器装载于
底部滑板上，并且可沿着加速撞击方向随底部滑板运动。
- 15 5. 如权利要求 3 所述的车辆碰撞模拟器，其中，所述底部滑板可沿由相
对间隔开的钢轨构成的轨道运动。
6. 如权利要求 1 所述的车辆碰撞模拟器，其中，所述多个传动器与所述
模拟平台相连，用以施加沿模拟平台的 z -轴方向的力和运动 F_z ，并且沿
平台的 x 或 y 轴的力和运动 F_y 或者力和运动 F_x 。
- 20 7. 如权利要求 1 所述的车辆碰撞模拟器，其中，所述多个传送器与模拟
平台相连，用以施加具有多轴力分量的合力 F_r 或运动。
8. 如权利要求 1 所述的车辆碰撞模拟器，其中，所述多个传动器与模拟
平台的相对端相连，并且可通过运动控制器操纵，施加模拟碰撞加速度。
9. 如权利要求 1 所述的车辆碰撞模拟器，其中，所述模拟器包括多个传
25 送器，这些传送器与所述模拟平台的相对侧相连，以模拟沿 y -轴方向的
力 F_y ；还包括多个传送器，这些传送器与所述模拟平台相连，以模拟沿
 z -轴方向的力 F_z 。
10. 一种车辆碰撞模拟器，包括：
模拟平台；

运动产生器，具有与所述模拟平台可操作地连接的多个传动器，以便向模拟平台施加多个多轴力：即沿 z -轴的力 F_z 、沿 x -轴的力 F_x 或沿 y -轴的力 F_y ；以及

运动控制器，用于操纵所述多个传动器，以施加所述多个多轴力。

5 11. 如权利要求 10 所述的车辆碰撞模拟器，其中，所述多个传送器装载于底部滑板上，并可沿轨道随底部滑板运动，以模拟碰撞加速度。

12. 如权利要求 11 所述的车辆碰撞模拟器，其中，所述多个传送器在底部滑板与平台之间是倾斜的，以便施加包括 F_z 力分量和力 F_x 或力 F_y 分量的合力 F_r 。

10 13. 如权利要求 10 所述的车辆碰撞模拟器，其中，操纵所述多个传送器，以施加相对于 x 、 y 和 z 轴的力 F_z 、力 F_y 和力 F_x 。

14. 如权利要求 11 所述的车辆碰撞模拟器，其中，所述模拟器包括速度产生器，向所述底部滑板施加碰撞加速度脉冲。

15 15. 如权利要求 11 所述的车辆碰撞模拟器，其中，所述模拟平台通过多个传送器与所述底部滑板相连。

16. 如权利要求 10 所述的车辆碰撞模拟器，其中，所述多个传送器施加沿 x -轴方向的力 F_x ，以模拟碰撞加速度；施加力 F_z 和力 F_y ，以模拟碰撞运动。

17. 一种车辆碰撞模拟器，包括：

20 模拟平台；

模拟器，用于向所述碰撞平台施加加速度或力，以模拟碰撞加速度或运动；以及

带有摄像机的视频成像系统，获取模拟碰撞事件的图象，以控制模拟器的操作。

25 18. 如权利要求 17 所述的碰撞模拟器，其中，所述视频成像系统包括图象处理器，向所述模拟器提供加速度或运动反馈。

19. 一种车辆碰撞模拟方法，包括以下步骤：

通过将底部滑板加速而模拟碰撞加速度脉冲，其中平台装载于所述底部滑板上；和

30 通过装载于所述底部滑板上的多个传送器模拟碰撞力或运动。

20. 如权利要求 19 所述的方法, 其中, 根据来自视频成像系统的反馈模拟碰撞加速度和碰撞力或运动, 控制所述多个传送器。

21. 如权利要求 19 所述的方法, 其中, 所述模拟碰撞力或运动的步骤模拟关于六个自由度的运动。

5 22. 一种车辆碰撞模拟方法, 包括以下步骤:

控制与模拟平台相连的多个传送器, 沿多个轴 x 、 y 或 z 向模拟平台施加力, 以模拟碰撞加速度或运动。

23. 如权利要求 22 所述的方法, 其中, 所述模拟碰撞加速度或运动的步骤包括:

10 激励所述多个传送器, 向所述模拟平台施加多个力: 力 F_z 、力 F_x 或力 F_y 。

24. 如权利要求 22 所述的方法, 其中, 所述模拟碰撞力或运动的步骤, 模拟车辆碰撞的颠簸、侧滑和翻滚运动。

15 25. 如权利要求 22 所述的方法, 其中, 还包括将载有所述模拟平台的底部滑板加速, 模拟碰撞加速度的步骤。

26. 如权利要求 22 所述的方法, 其中, 所述控制多个传送器的步骤, 提供力 F_x , 以模拟碰撞加速度。

具有动态运动模拟的车辆碰撞模拟器

背景技术

5 车辆碰撞模拟器模拟碰撞动力学，以评价碰撞事件过程中车辆乘员安全性和状态。碰撞模拟器利用来自实际试验碰撞或计算机模型的数据，在物理上模拟碰撞期间车辆的运动，以进行评价。在模拟碰撞期间，将速率或加速率施加给载有样品的平台，以模拟碰撞期间车辆加速度。固定支架或者装载于模拟设备或样品上的传感器和仪器，收集试验数据以进行评价。

10 在正面冲击碰撞过程中，车辆将经历水平加速、颠簸、起伏、弹跳和/或其他运动。对水平加速待试验物进行颠簸、起伏、弹跳和其他运动的模拟，增强碰撞或正面冲击的试验模拟。本发明致力于这些和其他方面，并提供以前未考虑到的解决方案。

15

发明内容

本发明涉及一种包括运动或受力模拟的车辆碰撞模拟器。车辆碰撞模拟器包括支撑待分析的试验样品或车辆的模拟平台。将平台加速，将力施加给平台，模拟碰撞脉冲或事件。由“装载于”或连接至模拟平台的多个

20 传动器将力施加给模拟平台，提供动态运动模拟。施加多轴力来模拟复杂的碰撞运动或力，进行更真实的碰撞试验。

附图说明

图 1 为车辆碰撞模拟器的一个实施例的示意图，它包含动态运动模拟；

25 拟；

图 2-3 为车辆碰撞模拟器实施例的示意图，包含多个用于动态运动模拟的“装载”传动器；

图 4-9 示意地表示车辆碰撞模拟器或系统的实施例，包含多个传动器，用以提供多轴平移和旋转运动，用于动态运动模拟；

图 10-11 示意地表示车辆碰撞模拟器的一个实施例，包含多个传动器，用以模拟加速度和其他碰撞运动；

图 12 为用于模拟控制的视频系统反馈的示意图。

5 具体实施方式

本发明涉及一种包括模拟平台 102 的车辆碰撞模拟器或系统 100。将碰撞运动或加速度施加给模拟平台 102，以模拟碰撞脉冲或事件。为了进行试验操作，将试验样品 106，如车架、车身、车辆仪表板、座椅，支撑在模拟平台 102 上。可以将传感器、仪器或探测器安装到模拟平台 102 上，或者作为选择，使样品 106 “非装载”，与模拟平台 102 分离，以采集模拟碰撞事件期间的碰撞数据。使用碰撞数据分析车辆(如车架、车身、仪表板或座椅)或乘员对模拟碰撞事件的反应及相互作用。

有如图 1 中示意地表示的那样，系统 100 包括速度产生器 110，其沿水平加速轨迹(即对于所示的 x ， y 和 z 坐标系 114 沿着 x -轴 112)向模拟平台 102 输送碰撞加速度或脉冲。由系统控制器 118 的加速度控制器 116 操纵速度产生器 110。加速度控制器 116 用于向速度产生器 110 提供控制信号或输入，以根据实际碰撞加速度数据或模型加速度分布来操纵或控制速度产生器 110。

碰撞模拟系统 100 还包括与模拟平台 102 连接的运动产生系统，以模拟除沿 x -轴轨迹的运动之外的碰撞运动或力。在图 1 所示的实施例中，所述运动产生系统包括可平移地固定到模拟平台 102 上并且可随平台 102 运动的多个传动器 120-1、120-2，以施加附加的碰撞运动或力。由系统控制器 118 的运动控制器 124 操纵所述多个传动器 120-1、120-2，以模拟碰撞事件的运动或力。

在图 1 所示的实施例中，为传动器 120-1、120-2 供电，相对于箭头 132 所示的 z -轴 130 方向施加力 F_z 或运动。使用所加给的力 F_z 模拟弹跳或起伏，进行碰撞模拟。在平台 102 的纵向长度(沿 x -轴 112)方向上，传动器 120-1、120-2 分隔开，向模拟平台 102 施加颠簸运动。特别是，操纵传动器 120-1、120-2，在纵向分隔的传动器 120-1、120-2 间提供不同幅值的力 F_z ，相对于 y -轴 140 施加如箭头 138 所示的颠簸运动。颠簸角

度或幅值是传动器 120-1 与 120-2 之间的振幅差的函数。

如上所述, 传动器 120-1、120-2 相对于平台 102 平移地固定, 且可随平台 102 运动, 向处于固定位置的平台 102 施加碰撞运动和力, 与平台 102 的加速度无关。在所示实施例中, 如图所示, 传动器 120-1、120-2 “未
5 装载” 且枢轴式地连接底座或固定装置, 不过, 本申请并不限于图 1 中所示的特定实施例。尽管示出两个传动器 120-1、120-2, 但并不限于对所示的两个传动器 120-1、120-2 进行模拟。

图 2 表示一个“装载于”底部滑板 150 上并且可随底部滑板 150 运动的模拟平台 102 的实施例, 模拟平台 102 沿轨道 152 运动。通过受系统控
10 制器 118 的加速度控制器 116 控制或操纵的速度产生器 110-1, 底部滑板 150 沿轨道 152 加速。“装载”平台 102 由底部滑板 150 加速, 以模拟平台 102 (及样品 106) 的运动和加速度。

在所示实施例中, 模拟器包含减速产生器 110-2, 以便在碰撞脉冲或模拟之后, 减慢或者减速模拟平台 102。包含减速产生器 110-2, 可以减
15 小试验模拟所需的系统尺寸或长度(如轨道长度 152)。尽管图 2 所示的实施例包含减速产生器 110-2, 但本申请并不限于图 2 所示的包含加速产生器 110-1 和减速产生器 110-2 的特定实施例。

在所示实施例中, 平台 102 通过传动器 120-1、120-2 与底部滑板 150 相连, 将碰撞运动或力施加给加速平台 102。如图所示, 传动器 120-1、
20 120-2 “装载于”底部滑板 150 上, 且可随之运动, 以便当平台 102 在加速撞击时和之后运动或加速时, 将碰撞运动或力(力 F_z)施加给加速平台 102。通过运动控制器 124 独立地激励传动器 120-1, 120-2, 以施加所需的碰撞运动或力。

图 3 表示的实施例包含可沿轨道或钢轨 154, 156 运动的多个“装载”
25 传动器 120-1、120-2、120-3、120-4 的碰撞模拟器或系统 100-3, 其中用相同附图标记表示前面附图中的相同部件。对传动器 120-1、120-2、120-3、120-4 加给能量, 施加力 F_z , 模拟沿 z -轴 130 方向的平移运动, 如起伏和弹跳, 并通过图中所示纵向间隔(即相对于 x -轴纵向分隔)的传动器 120-1、120-2、120-3、120-4 施加相对于 y -轴 140 的旋转或颠簸运
30 动。

在所示的实施例中，模拟平台 102 通过传动器 120-1、120-2、120-3、120-4 和连接组件 160 可移动地连接底部滑板 150。如图所示，连接组件 160 包括通过托架 164 可旋转地连接于底部滑板 150 的连杆臂 162，并通过托架 166 可旋转地连接于模拟平台 102，使模拟平台 102 能旋转运动（相对于 y-轴 140）和平移运动（沿 z-轴 130）。5

在所示的实施例中，各传动器包含可相对于传动汽缸运动的活塞，以便将力或运动施加给平台 102。传动器可通过空气作用、液压或使用其它方法（如电力传动器）输送力和速度，激励平台 102，模拟碰撞运动。在所示实施例中，传动器部件的电能存储或高压蓄电槽，压力线和泵可装载于底部滑板 150 上；不过，本申请并不限于此。10

图 4-5 表示碰撞模拟系统 100-4 的一个实施例，它包括可关于多个自由度运动的模拟平台 102，以模拟复杂的碰撞运动。模拟平台 102 与可沿轨道或钢轨 154、156 移动的底部滑板 150 相连，向平台 102 施加加速度脉冲，如前面实施例中所述那样。运动产生器包括多个“装载”的传动器 180-1、180-2、180-3、180-4。使运动控制器 124-4 与传动器 180-1、180-2、180-3、180-4 连接，独立地激励多个传动器 180-1，180-2，180-3，180-4，模拟特定碰撞运动或力。15

在所示的实施例中，运动控制器 124-4 通过比如对于液压系统或者其他系统等气门组件 184 的操作，单独激励多个传动器 180-1、180-2、180-3、180-4，用以单独激励多个传动器 180-1、180-2、180-3、180-4。本申请并不限于特定实施例。20

如图 4-5 中所示，传动器 180-1 和 180-2 以及传动器 180-3 和 180-4 相对于模拟平台 102 的横向宽度（y-轴 140）分隔开。传动器 180-1、180-2、180-3 和 180-4 在底部滑板 150 与平台 102 之间倾斜，从而传动器 180-1、180-2、180-3、180-4 施加包含沿 z-轴 130 的 F_z 力分量和沿 y-轴 140 的 F_y 力分量的合力 F_r 。25

平台 102 通过传动器 180-1、180-2、180-3、180-4 与底部滑板 150 连接。传动器 180-1、180-2、180-3、180-4 可移动地连接至平台 102 和底部滑板 150，以多个自由度地支撑平台 102，提供多轴平移和旋转运动。通过运动控制器 124-4 为传动器 180-1、180-2、180-3、180-4 提供能量，30

施加多轴平移运动或力 F_x 和 F_y ，以及由力的分量 F_y 和 F_z 所产生的多轴旋转运动。

尽管图 4-5 表示一种特定的“装载”实施例，不过，本申请并不限于此，对于“无滑板”系统，可将传动器 180-1、180-2、180-3、180-4 平
5 移地固定到模拟平台上，并枢轴式地连接底座或固定设备，向模拟平台 102 提供多轴力 F_x 和 F_z 。

图 6 表示碰撞模拟系统 100-6 的一种实施例，它包含模拟平台 102。其中，模拟平台 102 以六个自由度被浮动支撑，这六个自由度包括沿 x 、 y 、 z 轴 112、140、130 的多轴平移运动或力 F_x 、 F_y 、 F_z ，以及围绕 x 、 y 、
10 z 轴的旋转运动(例如摇摆(x)、颠簸(y)和侧滑(z))。有如图中所示意表示的那样，运动控制器 124-6 与模拟平台 102 连接，模拟对于六个自由度的运动或力，包括比如围绕 y -轴的颠簸、沿 z -轴的起伏和弹跳、沿 y -轴的横向运动、围绕 z -轴的侧滑和围绕 x -轴的摇摆，以及沿 x -轴的纵向或其他运动，进行碰撞模拟。当平台 102 被加速以模拟碰撞事件时，运动控
15 制器 124-6 控制方框 188 所示的运动产生器或传动器。

图 7-9 表示一种模拟系统 100-7 的实施例，它包括对六个自由度进行多轴运动模拟，与前面附图中相同的部件使用相同附图标记。如图所示，该系统包括多个传动器 200-1、200-2、200-3、200-4、200-5、200-6、
如图 8-9 中所示，它们“装载于”底部滑板 150 上，相对于底部滑板 150
20 连接或支撑平台 102。

如图 7-8 中所示，在平台 102 与底部滑板 150 之间，传动器 200-1、200-2、200-3、200-4、200-5、200-6 相对于 x -轴倾斜，提供包括 F_z 分量和 F_x 分量的合力 F_r ，形成相对于 x 轴 112 和 z 轴 130 的平移运动。如图所示，传动器 200-1、200-2、200-3、200-4、200-5、200-6 的底端 204 与
25 传动器 200-1、200-2、200-3、200-4、200-5、200-6 的平台底部 206 纵向(相对于 x -轴)偏离，施加 F_x 力分量。

如图 7 和 9 所示，传动器 200-1、200-2、200-3、200-4、200-5、200-6 的底端 204 还相对于 y -轴 134 偏离平台端部 206，以产生 F_y 力分量。 F_y 、 F_x 、 F_z 力分量产生关于六个自由度的多轴平移运动或力(比如相对于 x 、 y 、
30 z 轴)和旋转运动(翻滚、颠簸和侧滑)。传动器 200-1、200-2、200-3、200-4、

200-5、200-6 的端部 204 和 206 通过球形连接件与底部滑板 150 和平台 102 连接, 使平台 102 能够相对于六个自由度多轴运动。

图 10-11 表示模拟器系统 100-10 的另一种“非装载或无滑板”实施例, 其中, 用相同附图标记表示与前面附图中相同的部件。如图所示, 模拟器系统 100-10 包括载有样品或检验车辆(未示出)的浮动模拟平台 102。
5 多个活塞/汽缸传动器 210 与平台 102 连接, 用于模拟加速和其他碰撞运动。

如图所示, 该系统包括多个水平取向(即 x -轴)的传动器 210-1、210-2, 将其取向为在运动控制器 212 的控制下提供沿 x -轴方向的运动/加速度或力 F_x , 以模拟碰撞加速度。如图所示, 在运动控制器 212 的控制下, 通过多个垂直取向的传动器 210-3、210-4、210-5、210-6 向平台 102 施加沿 z -轴方向的运动或力 F_z , 通过多个横向支撑的传动器 210-7、210-8、210-9、210-10 向平台施加运动或力 F_y 。
10

如图所示, 平台 102 通过多个传动器 210-1 到 210-10 相对于底座或者固定支架 222 和固定支架或壁 224、226、228、230 被浮动地支撑。传动器 210-1 和 210-2 通过球形连接件连接在平台的相对端部 232、234 与固定支架 224、226 之间, 施加力 F_x 以模拟运动。传动器 210-3、210-4、210-5、210-6 与底座或支架 222 相连, 向平台 102 的表面施加力 F_z 。传动器 210-7、210-8、210-9、210-10 在平台 102 的相对侧 236、238 与固定支架 228、230 之间延伸, 根据运动控制器 212 的输入施加运动和/或力 F_y , 以模拟碰撞加速度和力。
15
20

传动器 210-1 到 210-10 通过球形连接件与平台 102 和支架 224、226、228、230 连接, 通过基于所需的碰撞分布伸长或缩回所选择的活塞, 施加复杂运动和力。尽管表示出特定的传动器类型和传动器数量或取向, 不过“无滑板”系统不限于特定类型、数量或取向的传动器 210-1 到 210-10。
25

于是, 有如所述者, 本申请包括图 4-5 或者图 7-9 中所示的滑板型系统, 通过多个“装载”传动器提供力 F_x 、 F_y 或 F_z , 或者为通过传动器 210-1 和 210-2 加速和减速的“无滑板”系统。或者作为选择, 可以通过“装载于”底部滑板上的传动器与通过底部滑板 150 向模拟平台提供力的传动器的组合, 向模拟平台 102 提供多轴力。例如, 可通过“装载于”底部滑板
30

150 上的传动器输送多轴力 F_x 、 F_y 或 F_z ，由“非装载”传动器通过底部滑板 150 向平台 102 提供力 F_x 、 F_y 或 F_z 以及加速度。

如上所述，碰撞模拟系统模拟碰撞加速度和运动，分析车辆反应和乘员安全性。如图 12 中所示，系统基于方框 240 所示的实际碰撞数据或者模型模拟，使用加速度/运动控制器 124、212 向样品施加运动和加速度。
5 本发明从试验模拟提供反馈、校正或调节控制参数，从而使模拟器精确地模拟实际或模型碰撞运动或加速度。如图 12 中所示，由视频成像系统 244 提供运动和加速度反馈 242。

视频成像系统 244 使用数字成像器或 CCD(电荷耦合装置)获取平台
10 102、乘员或碰撞模拟随时间而变的图象 246。图象处理器 248 对图象 246 进行处理，提取出平台 102 或样品 106 或乘员随时间的加速度和/或运动分布 250-1、250-2，向运动控制器 116、124、212 提供运动反馈 242，根据反馈 242 调节模拟器的工作参数。

可将视频成像系统 242 设置成“装载于”系统或平台 102 上，和/或
15 并非装载于系统或平台 102 上。可以在线地向图象处理器 248 或模拟器 116、124、212 提供反馈或图象数据，以提供动态模拟控制，或者离线地模拟多次模拟或试验，以针对实际或模型碰撞数据 240 调节试验参数。按照一种实施例，视频成像系统 242 与假人或乘员相连，采集损伤数据，并根据针对试验模拟所需的损伤标准或分布处理的损伤数据，调节模拟器的
20 试验参数或力。

虽然参照优选实施例描述了本发明，但本领域技术人员可以理解，在不偏离本发明精神和范围的条件下，可对形式和细节作出改变。

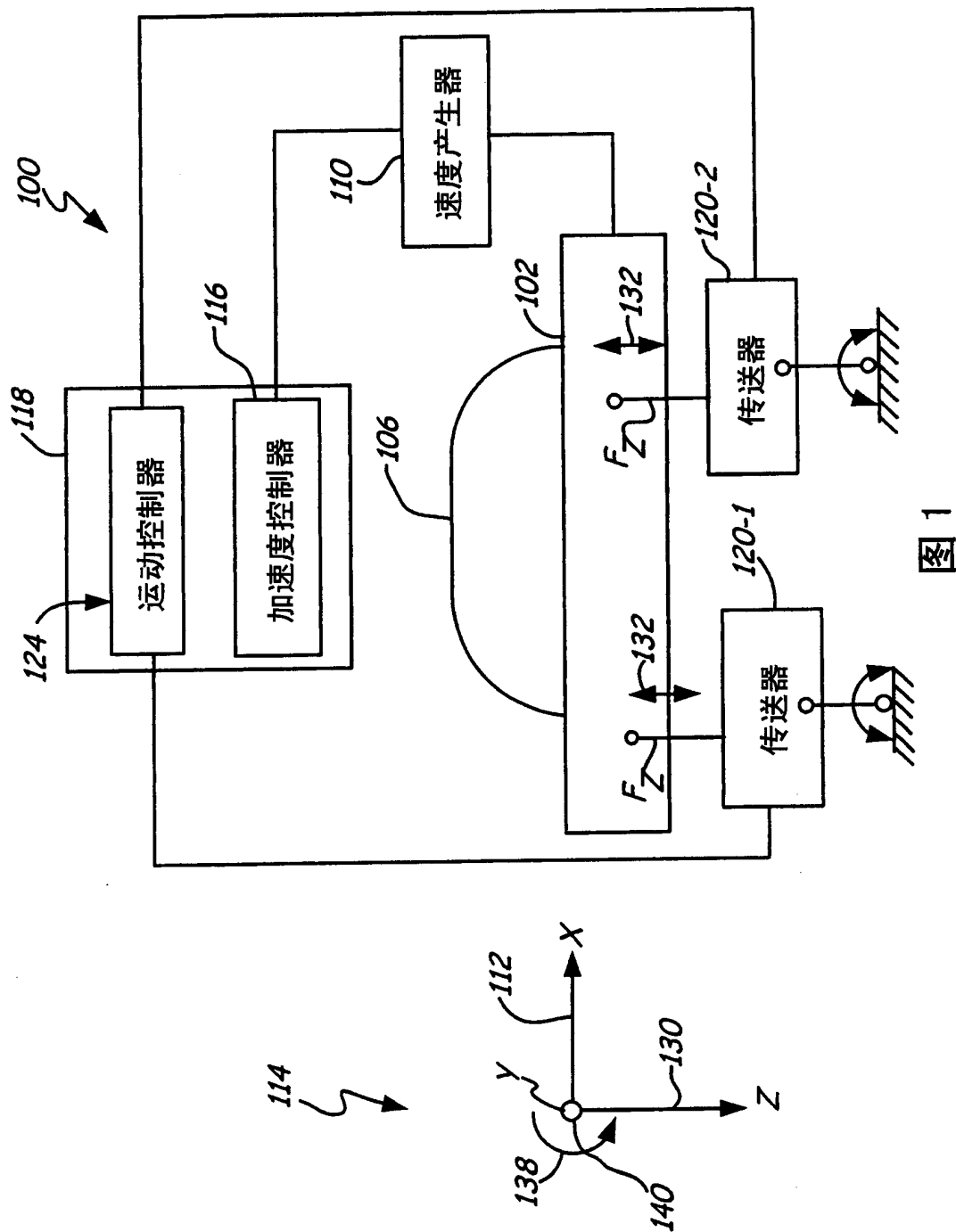


图 1

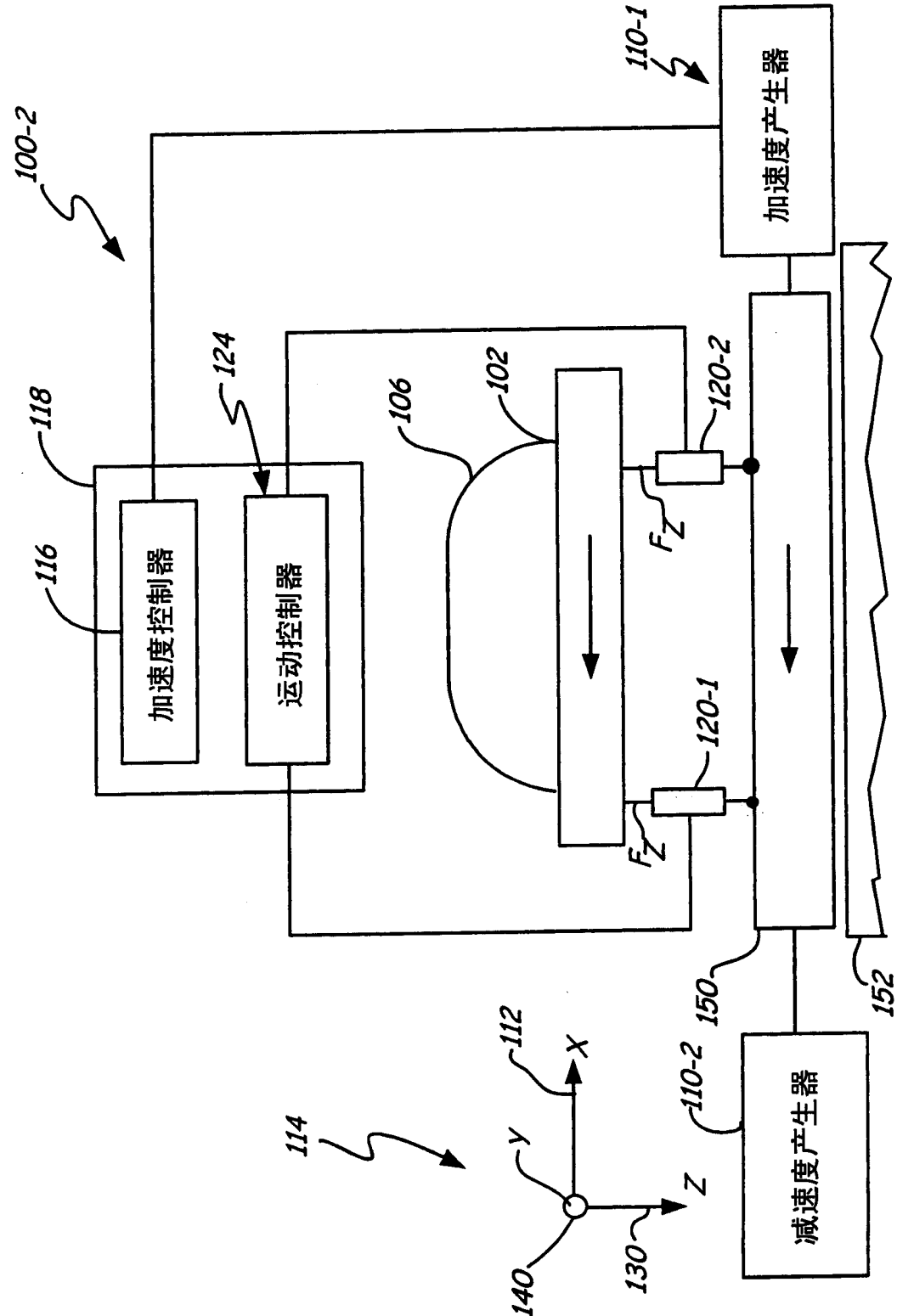


图 2

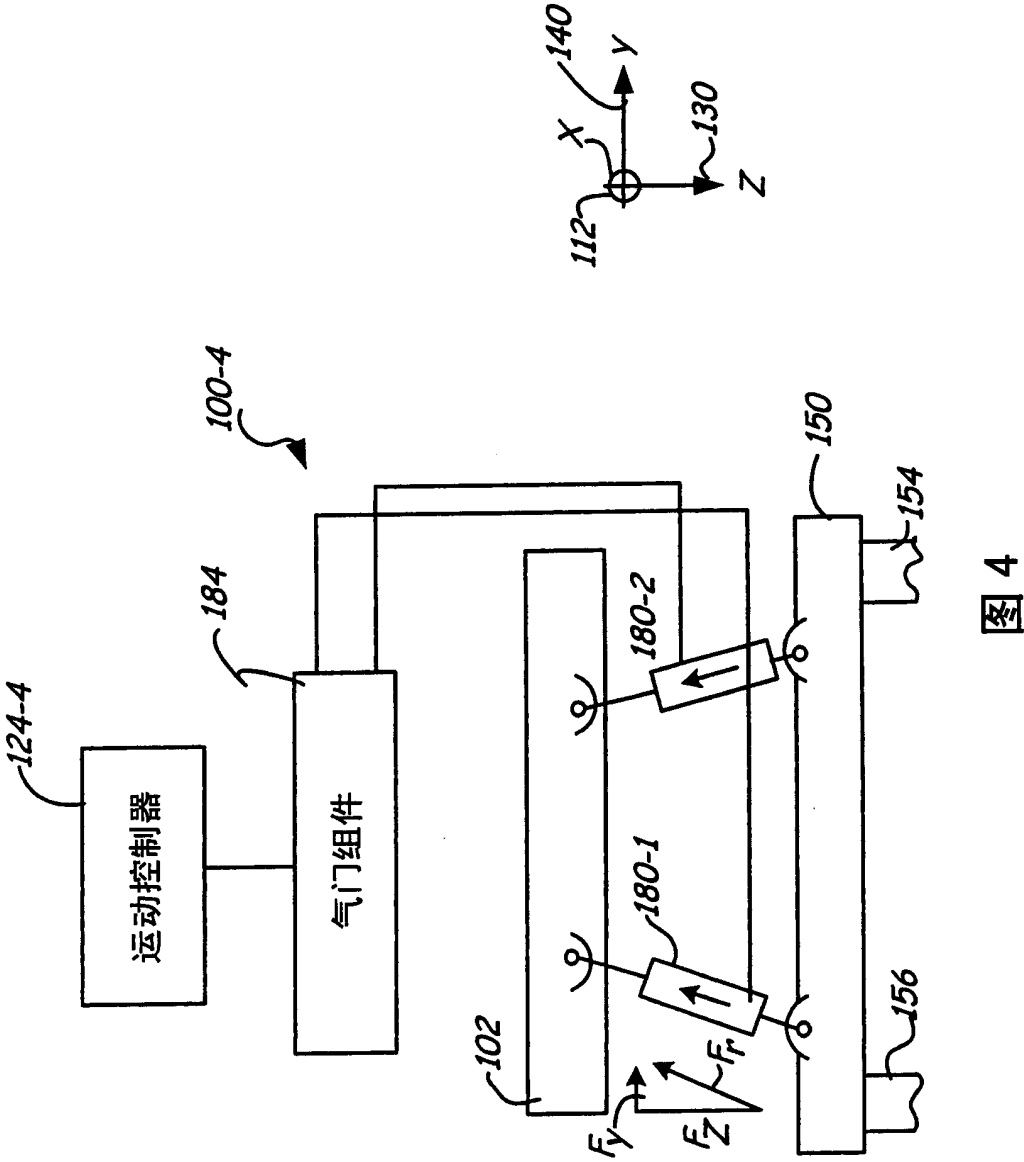


图 4

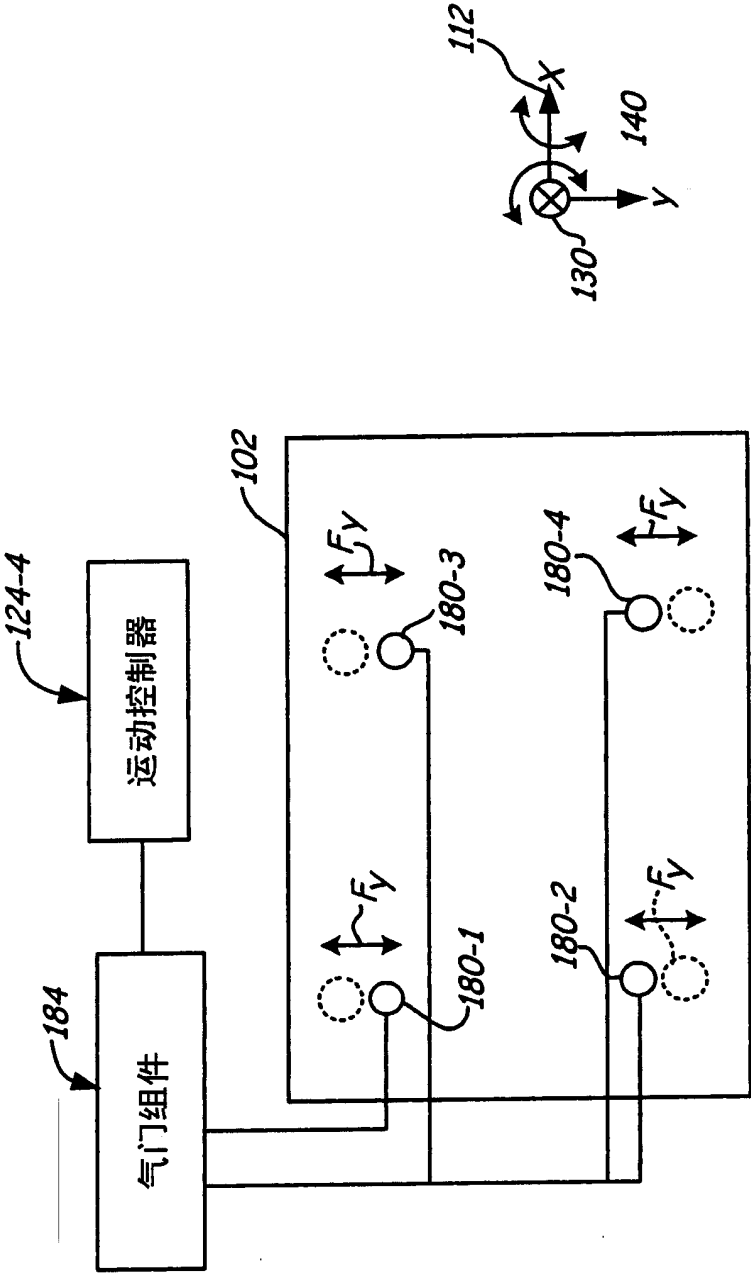


图 5

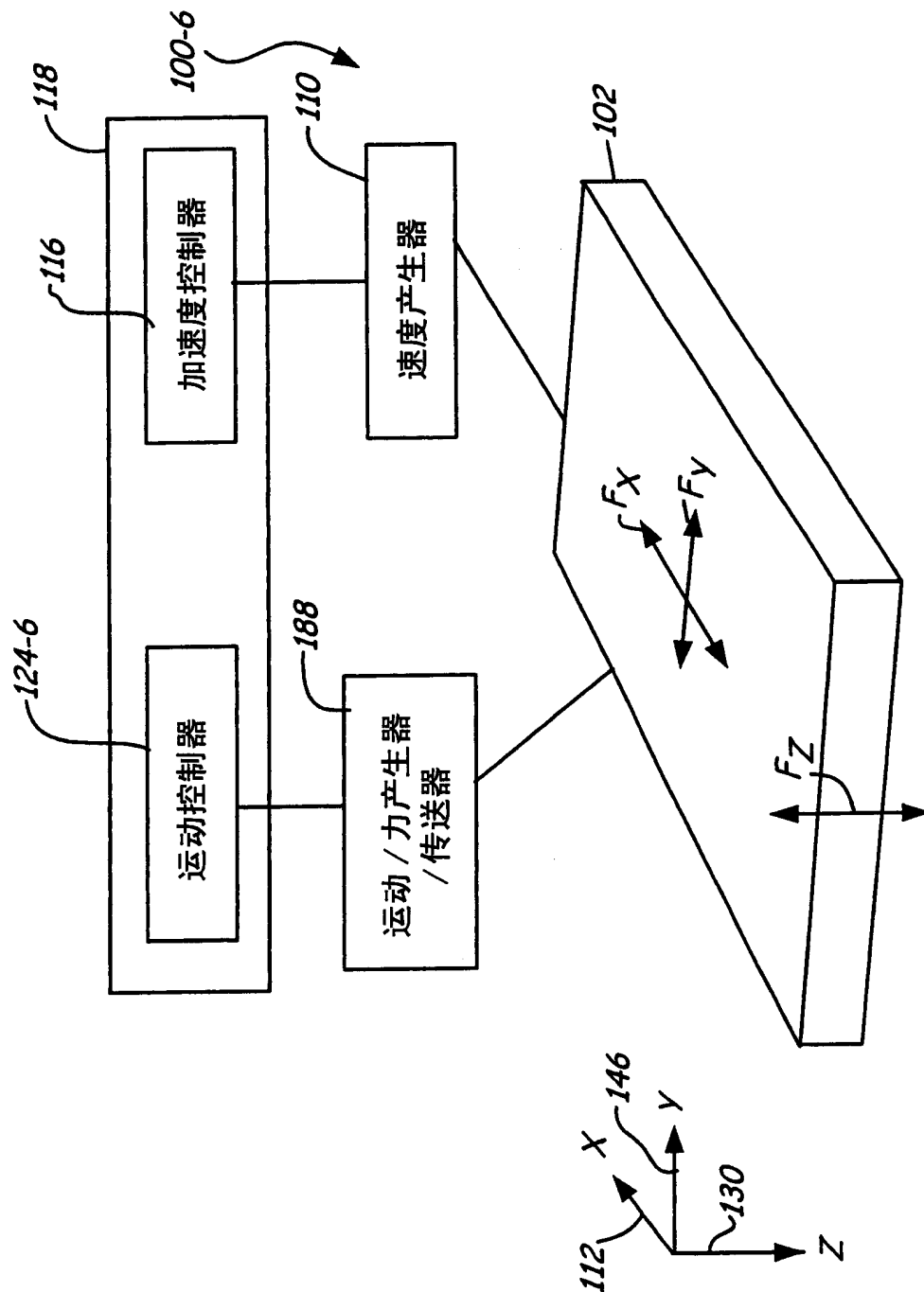


图 6

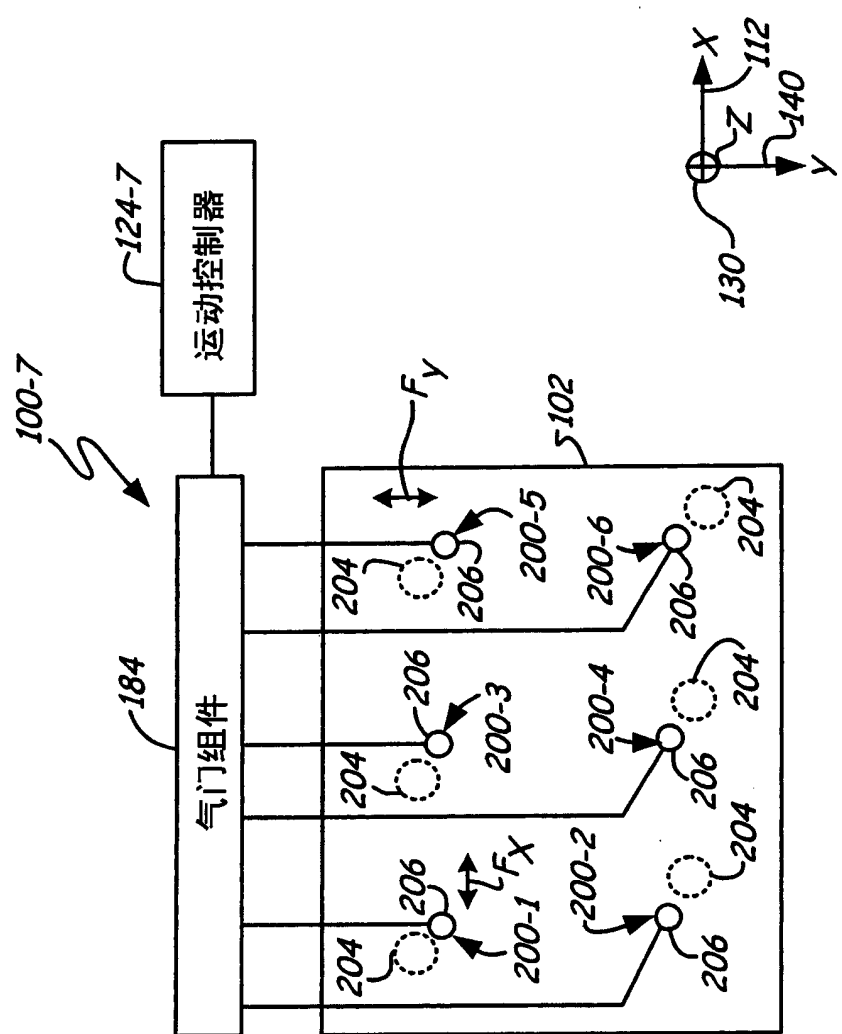


图 7

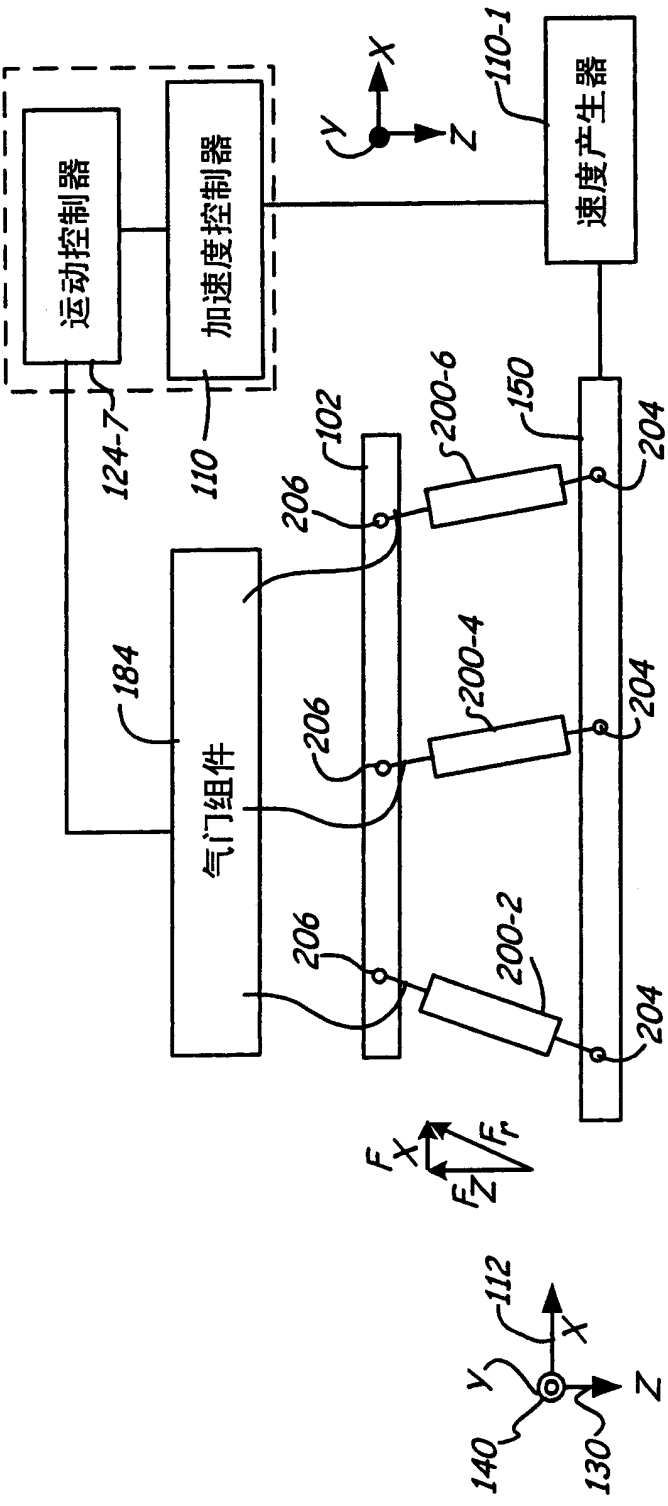


图 8

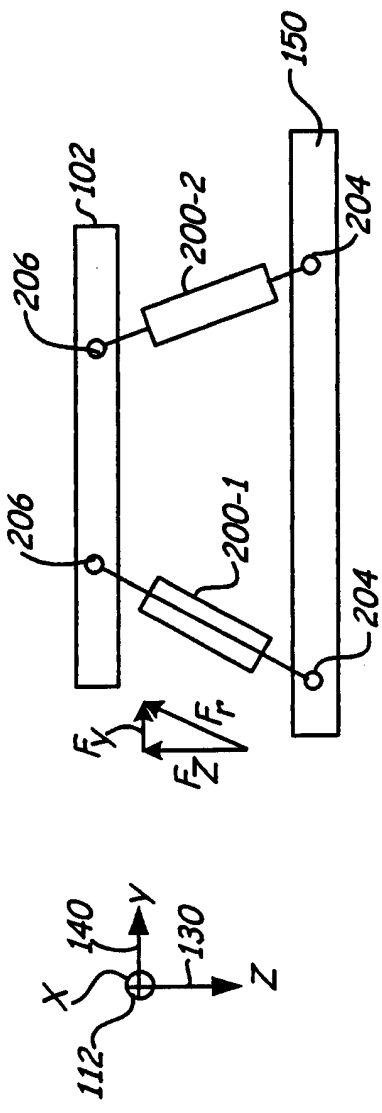


图 9

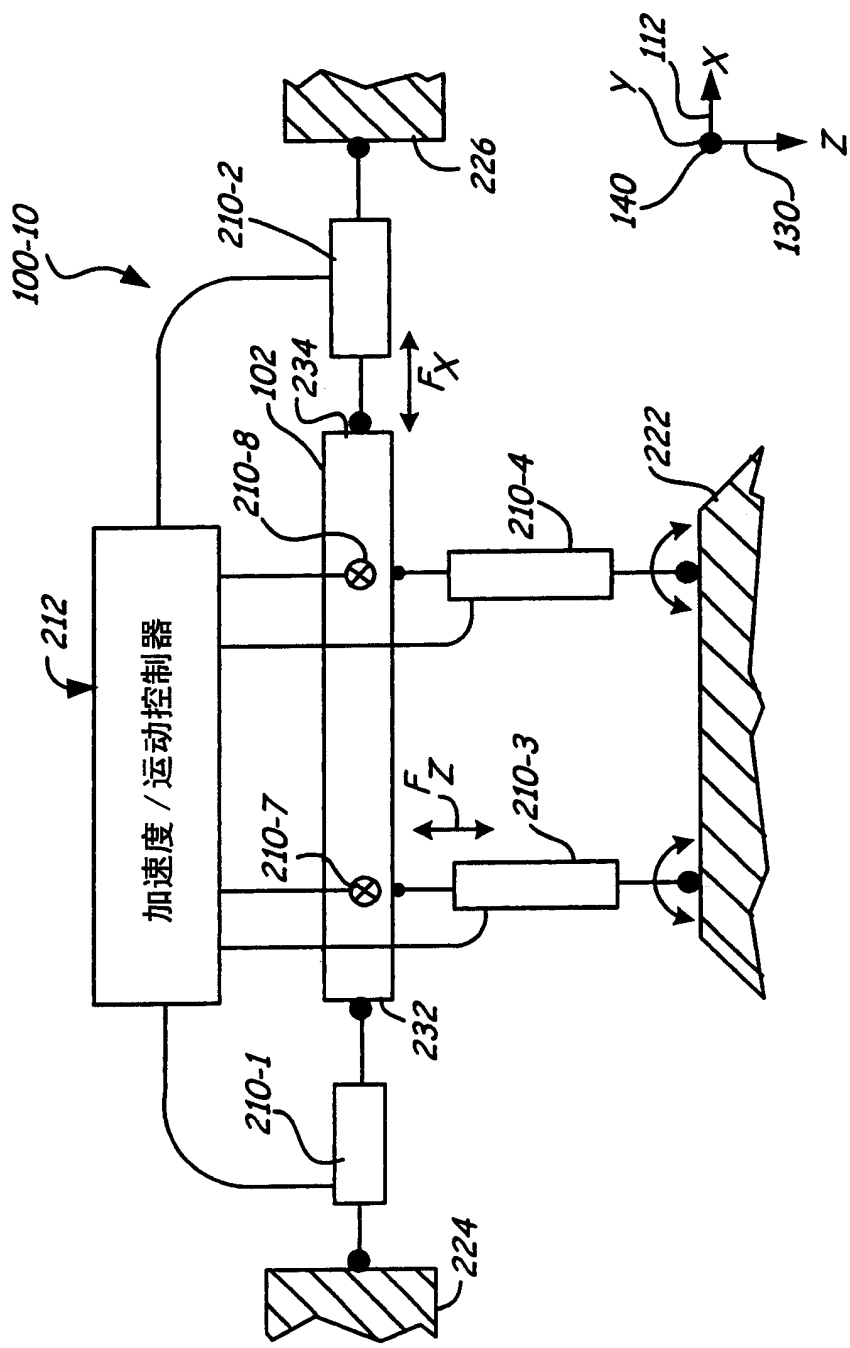


图 10

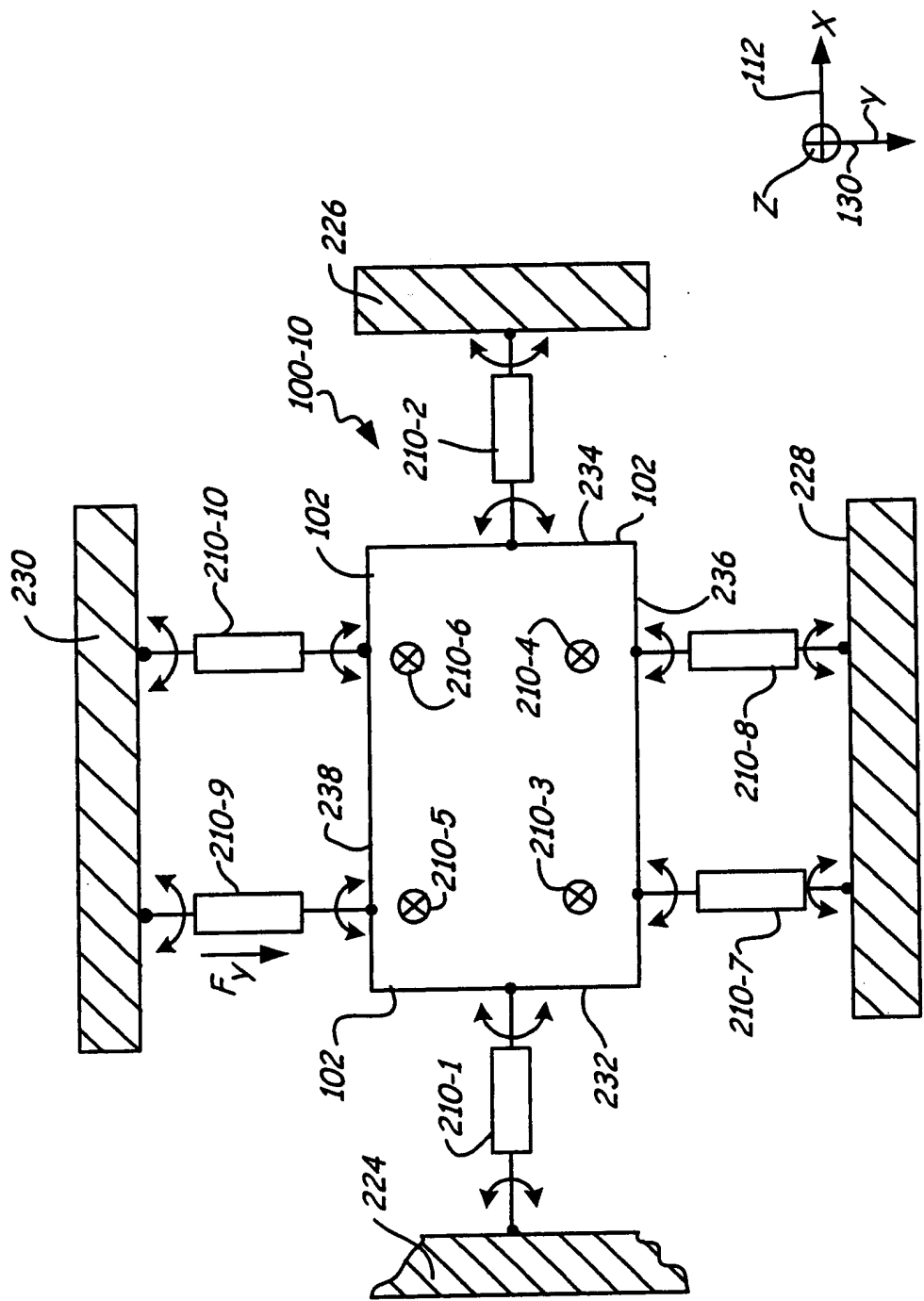


图 11

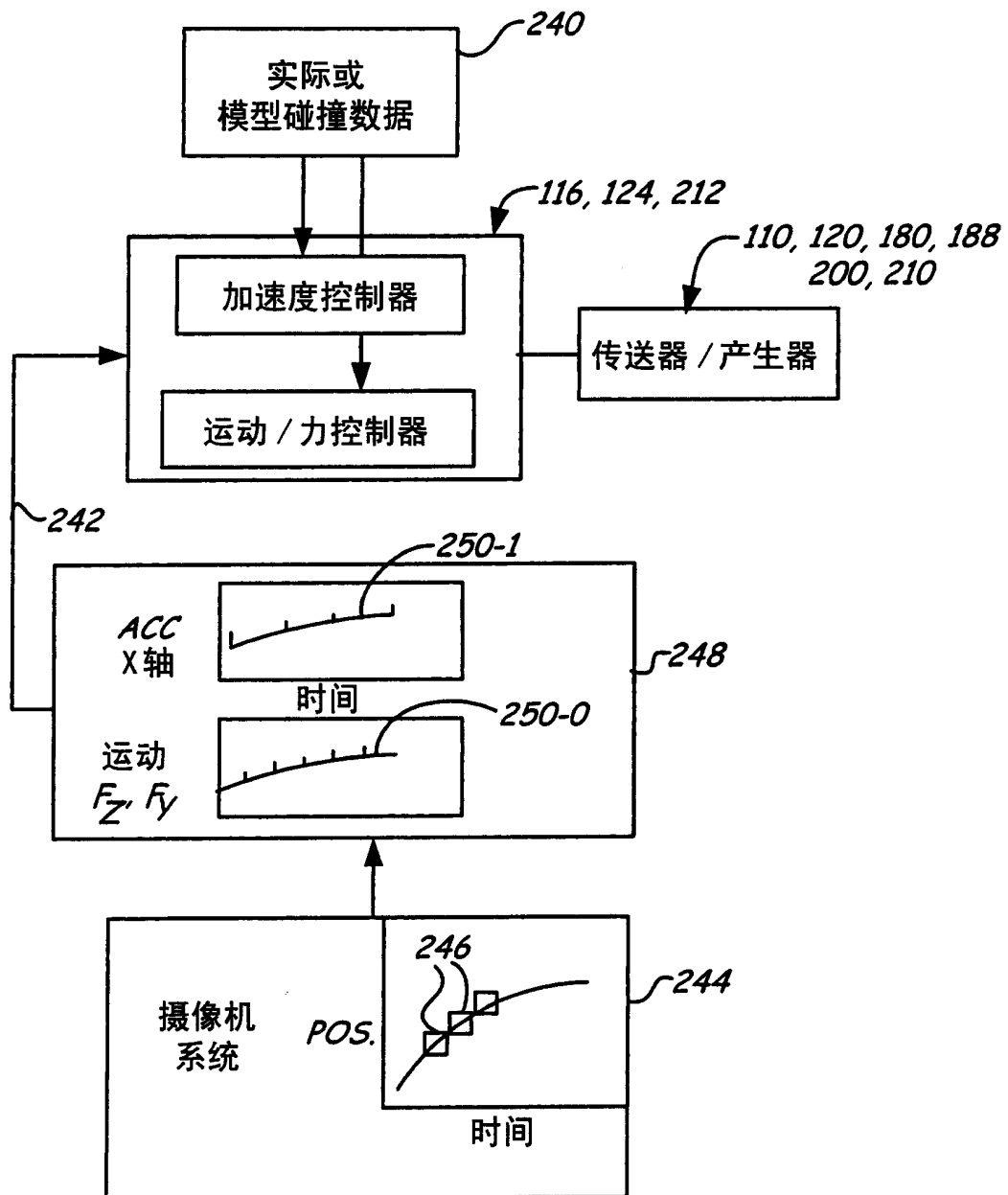


图 12